

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**MANUFACTURA ESBELTA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
REPUESTOS DE MOTO-TAXIS PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE
SERVICIO**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

AUTOR

KARINA VICTORIA SEVERINO HERNANDEZ

ASESOR

MAXIMILIANO RODOLFO ARROYO ULLOA

<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2020

Índice

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
I. INTRODUCCIÓN	4
II. MARCO TEORICO	4
III. MÉTODOS	6
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
V. CONCLUSIONES.....	12
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo incrementar el nivel de servicio a través del uso de la herramienta Just in time. Para ellos, se tuvieron como objetivos específicos balancear la línea del proceso y desarrollar la herramienta Just in time, de esta manera garantizar una óptima producción y el aprovechamiento de los recursos. Para ello se realizó una serie de cálculos tanto de la eficiencia de la línea, la cual daba la pauta de que tan balanceada esta tu línea de producción. Además del cálculo del stock en proceso y el tiempo de no valor agregado; los cuales presentaron una reducción del 94 % y 78%, siendo estos indicadores significativos al desarrollar la herramienta Justo a tiempo. Por último, se realizó el cálculo de las tarjetas Kanban, así como la capacidad y cantidad de contenedores necesarios para el sistema Kanban de la empresa. Los cuales fueron de vital importancia para calcular la producción diaria y justa que tendría la empresa; la cual fue comparada con la cantidad demanda, obtenida en base al takt time de 1,82 y 0,91 min/und tanto para carrito y brida respectivamente. Logrando una producción justa a los requerimientos de la demanda del producto carrito de 264 unidades, a diferencia de la brida presentando un faltante para cubrir dicha demanda de 24 unidades; obteniendo una producción diaria de solo 504 unidades este último producto.

Palabras clave: Manufactura esbelta, Justo a tiempo y Kanban.

ABSTRACT

This research aims to increase the level of service through the use of the Just in time tool. For them, the specific objectives were to balance the process line and develop the Just in time tool, thus guaranteeing optimal production and the use of resources. For this, a series of calculations were made of both the efficiency of the line, which gave the guideline of how balanced your production line is. In addition to the calculation of the stock in process and the time of no added value; which presented a reduction of 94% and 78%, being these significant indicators when developing the Just in time tool. Finally, the calculation of the Kanban cards was performed, as well as the capacity and number of containers necessary for the company's Kanban system. Which were of vital importance to calculate the daily and fair production that the company would have; which was compared with the demand quantity, obtained based on the takt time of 1.82 and 0.91 min / und for both cart and flange respectively. Achieving a fair production to the requirements of the demand of the cart product of 264 units, unlike the flange presenting a shortage to cover said demand of 24 units; obtaining a daily production of only 504 units is this last product.

Keywords: Lean manufacturing, Just in time and Kanban.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó en una empresa dedicada a la fabricación de repuestos de moto taxis. A través de un análisis se corroboró que los productos de mayor margen de contribución y de mayor demanda son el carrito y la brida, tomando dichos productos para el desarrollo de la mejora. De acuerdo a la información de las unidades de producción reales de la empresa por mes para el año 2015, se observa ventas de 52 362 carritos y 104 725 bridas; representando en ingresos S/ 1 466 136 y S/ 942 525 respectivamente. Sin embargo, las unidades demandadas por sus clientes fueron de 66 642 carritos y 133 284 bridas; representando en ingresos no percibidos S/ 1 865 976 y S/ 1 199 556 respectivamente, con ello se evidencia que no llegan a cubrir la cantidad demanda por el cliente, esto debido a varios problemas que se dan en el proceso de producción; con lo cual la empresa presenta un nivel de servicio del 78,57 %.

El problema principal son las actividades improductivas, en el caso del carrito representan 41,68 % (4,34 min) y para la brida 46,44 % (2,4 min), las cuales generan que el proceso no pueda realizarse de manera continua. Además, existe un desperdicio de sobreproducción de 4 343 piezas mensuales para la fabricación de sus productos, en promedio; al mismo tiempo esta cantidad representa en dinero en stock cerca de S/ 6 820 mensuales. [1]

Las herramientas Lean Manufacturing son aplicadas en diversas industrias con la finalidad de eliminar o por lo menos reducir desperdicios, tal es el caso de la herramienta Just in Time. Esta herramienta se basa en producir justo a tiempo mediante la técnica Kanban, dando información sobre la cantidad y el momento que se debe realizar el abastecimiento de materia prima o la generación de pedidos.

Es por ello que la presente investigación se plantea la siguiente interrogante ¿La filosofía Just in time ayuda a que el nivel de servicio de la empresa incremente?

Dando respuesta a la interrogante planteada se plasma el objetivo general de incrementar el nivel de servicio a través del uso de la herramienta Just in time. Para ello, se tiene como objetivos específicos balancear la línea del proceso de producción de la empresa y desarrollar la herramienta Just in time.

II. MARCO TEORICO

Parra [2] en su libro hace mención sobre el balance de línea, el cual viene hacer la asignación equilibrada de los puestos de trabajo; con el objetivo de destinar la cantidad de carga necesaria para cada estación de trabajo.

Cuatrecasas [3] hace mención repetitivamente que el stock en proceso viene hacer las existencias en exceso de piezas o productos terminados, considerado uno de los desperdicios dentro de la filosofía de Justo a tiempo, además de ser catalogado como fuente facilitadora para la aparición de cualquier otro desperdicio.

Socconini [4, p. 277], nos hace mención que la técnica Kanban es un pilar para el correcto desarrollo de la herramienta Just in time, el cual tiene como finalidad la reducción del stock en proceso; a través de un sistema basado en la cantidad demandada y el tiempo de producción.

En 2019, Miño et al. [5, p. 110], en su investigación “Standard times for line balancing in model four automotive welding area” tuvieron como objetivo realizar el balance de línea del área de soldadura de una empresa. Para ello, inicio identificando las actividades que se llevan a cabo en cada estación de trabajo; para después hallar los tiempos normales para la estandarización de estaciones. Posteriormente, calcularon el takt time es cual fue de 45,5 min/und; este último dato les permitió hallar el número de estaciones requeridas para la línea de producción, logrando agrupan las distintas actividades del proceso, presentando en un inicio siete estaciones para luego agruparlas en solo cinco. Considerando que en dos estaciones había trabajo excesivo de 71 min, mientras que en otra presentaba un tiempo ocioso de 10,3 min, por lo que aplicada el balance de línea de obtuvo una eficiencia de línea de 95 %, siendo este porcentaje considerado como apto para establecer que una línea se encuentra balanceada.

En 2019, Caballero et al. [6, p. 1], en su investigación “Development and Application of Kanban and Milk-Run in Production of a Metalworking Company” tuvieron como objetivo el diseño y aplicación de un sistema Kanban en su línea de producción, para lo cual inician por evidenciar el principal problema que posee la empresa del sector metalmecánica , el cual es la elevada cantidad de stock en proceso de 2 250 unidades entre las etapas de corte y prensado; teniendo este último proceso un tiempo de 50 segundos/und sobre su tiempo takt, lo cual generaba el incumplimiento en su plazo de entrega. En consideración a su problemática, se analizaron una serie de herramientas Lean optando por la herramienta Justo a tiempo con su técnica Kanban para el desarrollo de su propuesta; siendo esta elegida por ofrecer un flujo continuo del proceso y una reducción de stock del mismo a niveles mínimos. Al aplicar Kanban se obtuvo como resultado una reducción del stock en proceso del 38 %.

En 2019, Dimitrescu et al. [7], en su investigación “Efficiency of a production line by application of the Kanban method” tuvieron como objetivo dimensionar el sistema Kanban para

aumentar la producción en la empresa del caso de estudio. Para ello, realizaron la recolección de datos del flujo de información y materiales; en base a ello definieron parámetros como el número mínimo de estaciones y trabajadores por estación; además de las piezas por tarjeta Kanban, la capacidad del contenedor, tamaño de lote mínimo, número de contenedores, entre otros. Teniendo los indicadores antes mencionados, el siguiente paso fue realizar la planificación de su producción en base a su demanda; considerando su takt time de 62 min/und, requiriendo al día 255 unidades. En esta investigación se concluye que por medio del uso de esta técnica se logra controlar de una manera más optima el flujo de fabricación y el rendimiento de la eficiencia de la línea de producción actuales; logrando satisfacer la demanda antes mencionada en la cantidad justa; en base a la cantidad y capacidad de sus contenedores. Además de aumentar su producción en un 18 % aproximadamente.

Powell [8, p. 1] en su investigación “Kanban of Lean Production in High Mix, Low Volume Environments”, tuvo como objetivo analizar los resultados del caso de estudio al haber implementado el sistema Kanban previamente, por ello muestran la problemática que posee la empresa del sector metalmecánica la cual se dedica a la fabricación de sensores y cámaras, estas poseen un plazo de entrega de 84 y 42 días respectivamente, con estos tiempos la empresa repetitivas veces no logran entregar sus pedido en el plazo establecido con el cliente, considerando su takt time de 1,2 horas/und, requiriendo al día 144 y 315 unidades para ambos productos. En base a su problemática, la investigación implementó un sistema Kanban con la finalidad de tener el control de la producción, teniendo como resultado una reducción del 50 % y 52 % para el plazo de entrega de sensores y cámaras respectivamente.

III. MÉTODOS

Para el desarrollo de la descripción de los métodos empleados para esta investigación se inició por realizar una distribución de tipo U, pues según Cuatrecasas [9] supone una eliminación de una serie de desperdicios entre los cuales están los transportes entre estaciones de trabajo.

Para realizar el balance de línea, se consideró la metodología realizada por Miño et al. [5, p. 115]. En este sentido, inician por calcular el takt time en (1).

$$Takt\ time = \frac{tiempo\ disponible\ por\ turno}{demanda\ en\ ese\ período} \quad (1)$$

Paso siguiente se comparó el takt time obtenido con el tiempo de ciclo de cada estación, las estaciones que superaron este tiempo de referencia fueron agrupadas de manera que estén lo más cercanas o iguales a este dato. Además, de haber considerado el takt time como tiempo

límite de cada estación de trabajo, se toma en cuenta la cantidad de estaciones mínimas que se obtienen, en (2).

$$N^{\circ} \text{ de estaciones de trabajo} = \frac{\sum \text{tiempos de las actividades}}{\text{tack time}} \quad (2)$$

Seguidamente, se realizó el cálculo de la eficiencia de la línea en (3), para poder discutir este porcentaje de eficiencia con la obtenida por otros autores.

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{\sum \text{tiempos de las actividades}}{\text{Número de estaciones} \times \text{tack time}} \times 100 \quad (3)$$

Una vez obtenido el equilibrio de la línea se procedió al cálculo del tiempo de flujo equilibrado en (4), para así poder realizar el cálculo del resto de indicadores como lo es el número de tarjetas Kanban y el lote de transferencia, en (5) y (6) respectivamente; considerando que ambos cálculos son realizados para cada estación de trabajo que conforma del proceso para ambos productos. Estas tres últimas fórmulas fueron descritas por Charly [10] en su investigación.

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{\text{tiempo de ciclo de la siguiente operación}}{\text{tiempo de operación disponible}} \quad (4)$$

$$N^{\circ} \text{ de kanban} = \frac{\text{producción diaria} \times \text{tiempo de flujo equilibrado}}{\text{tiempo de operación disponible}} \quad (5)$$

$$\text{Lote de transferencia} = \frac{\text{Producción diaria}}{N^{\circ} \text{ de kanban}} \quad (6)$$

Contando con el lote de transferencia de cada estación de trabajo, se realizó el análisis del flujo de materiales del proceso para poder identificar el tiempo que representa con respecto al lead time actual, logrando calcular el stock en proceso (WIP) entre cada una de las estaciones, en (7). Por consiguiente, se procedió a la obtención del tiempo de no valor agregado (NVA) en (8). Estos dos últimos indicadores fueron tomados para la discusión en relación al porcentaje de reducción, con respecto a otras investigaciones del mismo sector. Tomando en cuenta que estos dos indicadores fueron obtenidos para ambos productos que conforman esta investigación. Siendo extraídas las fórmulas (7) y (8) de la investigación realizada por Cuatrecasas [11].

$$WIP = Q \times \left[1 - \frac{1}{CM} \times \left(C_1 - \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^N C_i \right) \right] \quad (7)$$

Donde: Q = unidades de producto; n= lotes de transferencia; N= número de transferencia
CM= ciclo máximo; C₁= Ciclo de operación inicial; $\sum C_i$ =Suma de ciclos de operación

$$NVA = \frac{\text{Inventario en proceso} \times \text{tiempo de ciclo de la siguiente operación}}{\text{tiempo de operación disponible}} \quad (8)$$

Para el desarrollo de la técnica Kanban, las dos primeras fórmulas fueron descritas por Socconini [4, p. 280]. Para ello se inició por calcular por producto las cantidades de piezas por cada tarjeta Kanban, en (9). Tomando en cuenta que para el nivel de variación de la demanda se consideró lo expuesto en (10).

$$\text{Cantidad de piezas por kanban} = D \times TE \times U \times \% VD \quad (9)$$

Donde: D = demanda semanal; TE= tiempo de entrega en semanas;

U= número de ubicaciones; %VD= nivel de variación de la demanda

$$\% VD = 1 + \frac{\text{desviación estándar de la demanda en el mismo período}}{\text{promedio de la demanda en el mismo período}} \quad (10)$$

El siguiente paso fue, realizar el cálculo por producto de la capacidad del contenedor, en (11)

$$\text{Capacidad del contenedor} = \frac{\text{Cantidad de piezas en kanban}}{\text{N° de contenedores}} \quad (11)$$

Por consiguiente, se desarrolló el cálculo por producto del número de contenedores y la secuencia que estos tendrían dentro del sistema de producción, se tomó en cuenta lo descrito por Quesado et al. [12], en (12).

$$\text{N° de contenedores} = \frac{\text{Demanda} \times \text{Plazo de entrega}}{\text{N° de Kanban}} \times \text{factor de seguridad} \quad (12)$$

Finalmente, se hizo el análisis en base a la capacidad del contenedor por la cantidad de los mismos para poder cuantificar en este caso la producción diaria que se tendría para ambos productos con el sistema Kanban; logrando comparar esta producción en relación al takt time, el cual sirve de base para determinar la cantidad demandada en el mismo horizonte de tiempo. En relación con los datos antes expuesto se logró establecer el flujo de las tarjetas Kanban en toda la cadena de producción, desde el final hasta el inicio; un claro proceso de arraste denominado pull. Lo cual permitió elaborar un cuadro resumen con los resultados obtenidos, además se describieron sus beneficios en función del nivel de servicio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el balance de línea, en la figura 1 y 2 se puede observar que se obtuvieron estaciones con tiempos de ciclos muy cercanos al takt time, además de la reducción del número de estaciones. Cabe mencionar que este análisis se hizo para ambos productos. Además, se obtiene en promedio una eficiencia de línea del 94 %; lo cual es un valor muy cercano al 95 % de eficiencia que recomienda Miño et al. [5, p. 122], para considerar a una línea de producción balanceada.

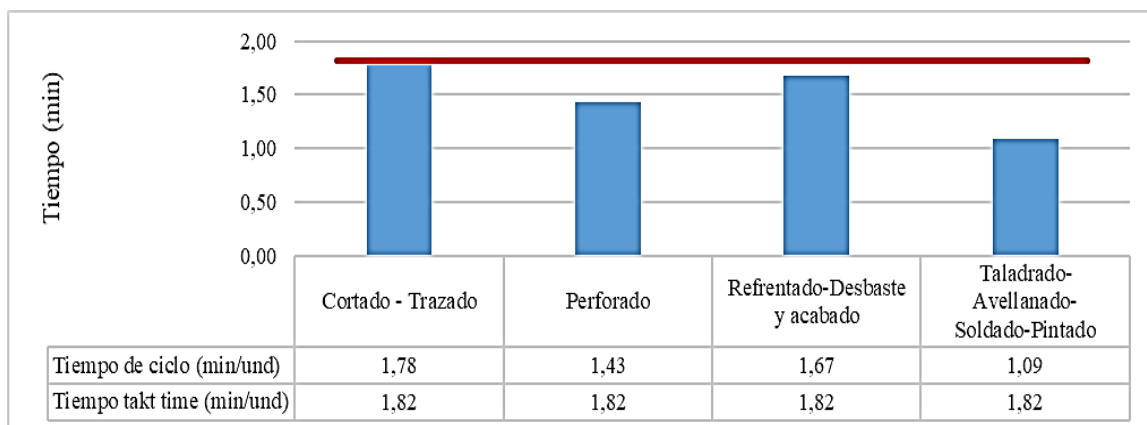


Figura 1. Propuesta tiempo de ciclo vs tiempo takt time de carrito

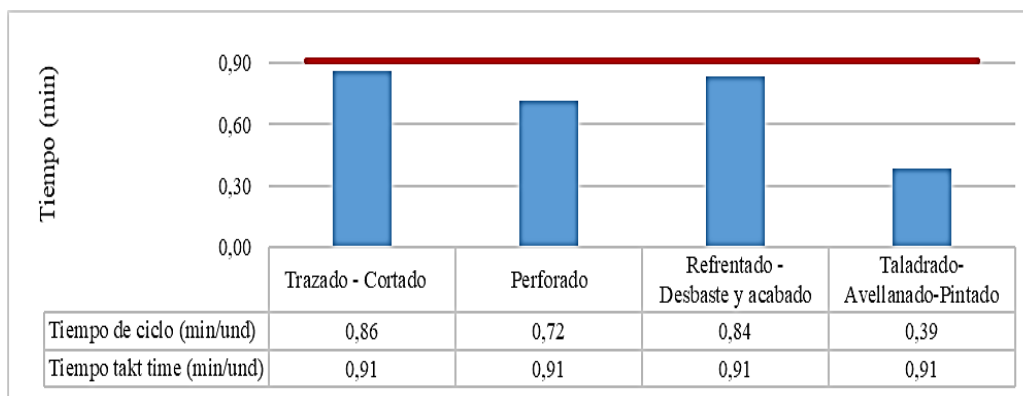


Figura 2. Propuesta tiempo de ciclo vs tiempo takt time de brida

En la tabla 1 y 2 se puede observar la cantidad de los lotes de transferencia, la cantidad de stock, aunque mínima que existe entre cada estación de trabajo de la propuesta, además del tiempo de no valor agregado en días y el tiempo de flujo equilibrado en minutos por unidad.

Tabla 1. Indicadores de la propuesta del carrito

Estaciones de trabajo	Lote de transferencia	Kanban	Tiempo de flujo equilibrado	WIP	NVA
Cortado 1- Trazado - Cortado 2	485	1	0,81	8	0,4555
Perforado	334	1	0,81	46	0,0293
Refrentado	601	1	0,81	1	0,1974
Desbaste y acabado- Taladrado-Avellanado- Soldado-Pintado	239	1	0,81		0,0028

Tabla 2. Indicadores de la propuesta de la brida

Estaciones de trabajo	Lote de transferencia	Kanban	Tiempo de flujo equilibrado	WIP	NVA
Cortado 1- Trazado	468	2	0,699	10	0,2199
Perforado	334	2	0,699	37	0,0183
Refrentado - Desbaste y acabado	457	2	0,699	71	0,0794
Taladrado-Avellanado- Soldado-Pintado	181	2	0,699		0,0704

En la tabla 3 se puede observar la cantidad de piezas por Kanban para ambos productos, siendo de 264 y 500 piezas tanto para el carrito como la brida respectivamente.

Tabla 3. Cantidad de piezas por Kanban de ambos productos

Datos	Carrito	Brida
Demanda promedio semanal (und)	1 282	2 564
Plazo de entrega (min/und)	6,63	2,80
Plazo de entrega (sem/und)	0,097	0,0917
Tiempo disponible a la semana (min/día)	480,00	480,00
N° de ubicaciones	2,00	2,00
% VD	1,06	1,07
Cantidad de piezas por Kanban	264,00	500,00

En la tabla 4 se detalla la capacidad del contenedor para el carrito y la brida de 66 y 63 unidades respectivamente, adicional a ello se muestra la cantidad de contenedores para los mismos, de 4 y 8 respectivamente.

Tabla 4. Cantidad y la capacidad de los contenedores de ambos productos

Datos	Carrito	Brida
N° Kanban	4	8
Demanda diaria promedio (und)	214	428
Plazo de entrega (día/und)	0,0138	0,0131
Margen de seguridad día (und)	5,00	10,00
Cantidad de contenedores	4	8
Capacidad del contenedor (und)	66	63

En la tabla 5 se detalla la cantidad demandada según el takt time para ambos productos; considerando que la empresa cuenta con ocho horas operativas al día. En base a ello, se cuenta con 264 y 528 unidades demandadas para el carrito y brida respectivamente. Contrastando estos datos con la producción diaria que se tendría por medio del sistema Kanban propuesto de 264 y 504 unidades de carrito y brida respectivamente.

Tabla 5. Cantidad demandada vs producción del sistema Kanban

Productos	Takt time	Cantidad demandada	Producción del sistema Kanban
Carrito	1,82 min/und	264 und/día	264 und/día
Brida	0,91 min/und	528 und/día	504 und/día

Considerando lo expuesto por Cuatrecasas [3, p. 238] sobre que las tarjetas de transporte indican netamente la cantidad a enviar al proceso siguiente, sirviendo de apoyo para que el flujo sea continuo más no repercute en la cantidad que se debe ordenar a producir a diferencia de las de producción. En base a ello se consideran los cálculos de las tarjetas Kanban tanto del carrito como la brida solo para producción y para las tarjetas de transporte se consideró una para cada producto en cada supermercado; a excepción del supermercado de soldadura donde solo se requerirá para el carrito siendo explicada la razón más adelante. La figura 3, se detalla los procesos que abarcan las cuatro estaciones de trabajo de la cadena de producción. Además de esquematizar el flujo Kanban iniciando desde el final del proceso, donde pintado pedirá al supermercado que lo abastece de piezas que este requiera, a través de las tarjetas Kanban T1b para brida y T1c para carrito. La P1b y P2b solicitarán la producción de piezas para la brida desde la estación cuatro comprendida por taladrado y avellanado, soldadura y pintado; a diferencia de la P1c la cual debe hacer uso del supermercado de soldadura por medio de la T2c para adquirir dos piezas de base circular para la fabricación de una unidad de carrito; lo cual implicaría que deben ser repuestos los materiales retirados en dicho supermercado. Siguiendo

el flujo la P3b y P4b solicitarán la producción de piezas para la brida desde la estación tres comprendida solo por refrentado, desbaste y acabado, así mismo hará el mismo proceso la P2c para las piezas del carrito. Paso siguiente la P5b y P6b harán el pedido de producción a la estación dos (perforado), mismo proceso hará P3c para carrito. Finalmente, los espacios vacíos de este último supermercado serán repuestos con la P7b, P8b y P4c para brida y carrito respectivamente, enviados al inicio del proceso. Siendo estos abastecidos de tubos y bases de acero del stock inicial; por medio de T2b y T3c.

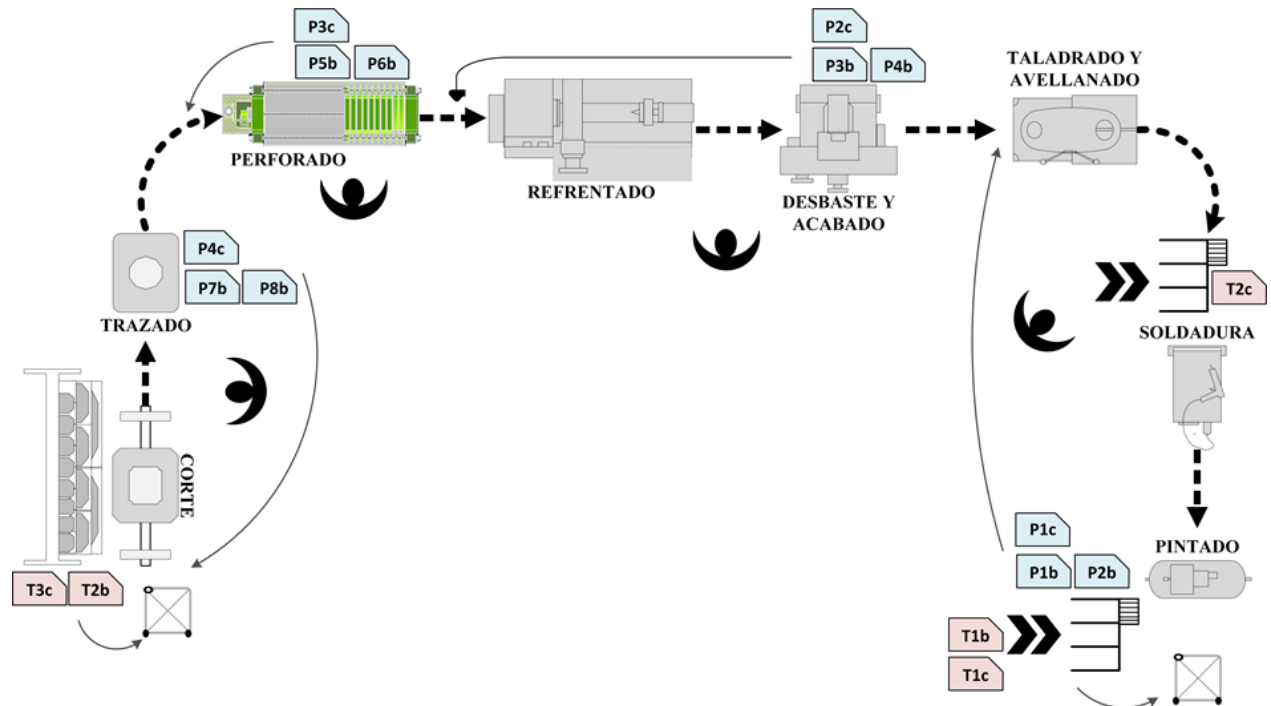


Figura 3. Flujo para la producción de carrito y brida, con el sistema Kanban

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados se logró obtener cambios en los siguientes indicadores detallados en la tabla 6, como bien se sabe el desarrollo de la herramienta Jit busca reducir la cantidad de stock en proceso; en esta investigación se logró una reducción en promedio de 94 %; lo cual se considera una reducción significativa a comparación de los resultados obtenidos por Caballero et al. [6, p. 5]; el cual fue del 38 %. Además, de obtener en promedio una reducción del 53 % del plazo de entrega entre ambos productos; superando por poco al 51 % de reducción del mismo indicador según la investigación de Powell [8, p. 4]

Tabla 6. Porcentaje de reducción

Indicadores	Carreto	Brida
WIP	94,75	92,84
NVA	72,93	82,66
Plazo de entrega	48,25	57,31

Con el sistema Justo a tiempo, en base a la cantidad de contenedores y su capacidad se obtuvo una producción diaria de 264 y 504 unidades para el carrito y la brida respectivamente; siendo requeridos en base al takt time 264 y 528 unidades diarias respectivamente. Con ello se puede observar que si se lograría satisfacer a la demanda del carrito en los plazos previsto; pero para el caso de la brida habría un faltante de 24 unidades. Este faltante se podría satisfacer si se opta por aumentar cerca de 20 min de trabajo solo para ese producto.

En base a los resultados la empresa podría obtener un nivel de servicio de aproximadamente 97%; considerado que Ferrín [13], afirma que el nivel de servicio de una empresa debe aproximarse al 95 %.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. Vera, «Propuesta de un sistema de planificación y control de la producción para la empresa Fabrication Technology Company S.A.C. para mejorar el nivel de servicio,» Chiclayo, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1371>. [Accedido: 18-Jun-2020].
- [2] O. Parra, «Sistemas de producción tipo kanban: Descripción, componentes, diseño del sistema, y bibliografía relacionada,» *Panorama*, vol. II, nº 6, 2013.
- [3] L. Cuatrecasas, *Lean management: la gestión competitiva por excelencia*, Barcelona: Profit, 2010.
- [4] L. Socconini, «Lean Manufacturin paso a paso,» Barcelona, Norma, 2008.
- [5] G. Miño et al., «Standard times for line balancing in model four automotive welding area,» *Revista Ingeniería Industrial del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.*, vol. XL, nº 2, pp. 110-122, 2019 [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7124692>. [Accesed: Jul 25,2020].
- [6] «Development and Application of Kanban and Milk-Run in Production of a Metalworking Company,» *International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, pp. 1250-1254, 2019. doi: 10.1109/IEEM44572.2019.8978753.
- [7] A. Dimitrescu et al., «Efficiency of a production line by application of he Kanban method,» *Journal of Research and Innovation for Sustainable Society*, vol. I, nº 1, pp. 29-34, 2019. doi: 10.33727/JRISS.2019.1.4:29-34.
- [8] D. Powell, «Kanban for Lean Production in High Mix, Low Volume Environments,» *Norwegian University of Science and Technology*, vol. XI, nº 51, pp. 140-143, 2018. doi: 10.1016/j.ifacol.2018.08.248.
- [9] L. Cuatrecasas, *Claves del lean management en tiempos de maxima competitividad*, Barcelona: Profit Editorial, 2016.
- [10] M. Charly y M. Perleche, «Mejora de la línea de producción de mallas para incrementar la productividad en una empresa de confecciones textiles,» *Revista de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*, vol. I, nº 5, pp. 2-11, 2015.
- [11] L. Cuatrecasas y J. Fortuny, «El diagrama O-T. Una herramienta visual para la optimización de procesos en entornos Lean,» *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management*, pp. 1237-1246, 2007.
- [12] J. Pinto et al., *Just in Time Factory: Implementation Through Lean Manufacturing Tools*, Switzerland: Springer International Publishing, 2018.
- [13] A. Ferrín, *Gestión de stocks en la logística de almacenes*, Madrid: Fundación Confemetal, 2010.